

JAPANESE PATENT OFFICE  
PATENT JOURNAL (A)  
KOKAI PATENT APPLICATION NO. HEI 1[1989]-283934

Int. Cl. <sup>4</sup> :	H 01 L 21/302 C 23 F 4/00
Sequence Nos. for Office Use:	E-8223-5F A-6793-4K
Filing No.:	Sho 63[1988]-114066
Filing Date:	May 11, 1988
Publication Date:	November 15, 1989
No. of Claims:	1 (Total of 10 pages)
Examination Request:	Not filed

ETCHING DEVICE

Inventor:	Kazuya Uchiyama Tokyo Electron, Ltd. 1-26-2 Nishi-Shinjuku, Shinjuku-ku, Tokyo
Applicant:	Tokyo Electron, Ltd. 1-26-2 Nishi-Shinjuku, Shinjuku-ku, Tokyo

[There are no amendments to this patent.]

Claim

An etching device characterized by the fact that in an etching device that provides a substrate to be processed to one of the electrodes arranged opposite each other with a prescribed space in between, makes the processing gas into a plasma by impressing electric power between the electrodes, and uses a computer to control the process for etching the substrate to be processed with this processing gas made into a plasma, it is composed with a means for inputting

BEST AVAILABLE COPY

the sensor output indicating the processing state into the computer and a means for composing the sensor output thus obtained into a graph and displaying it on a screen.

### Detailed explanation of the invention

Objective of the invention

Industrial application field

The present invention relates to an etching device.

Prior art

Among devices for etching various thin films that can simplify the complex process of manufacturing semiconductor elements, can automate the process, and moreover, can form fine patterns with high precision, a plasma etching device which utilizes the reaction components in the gas plasma has been attracting attention in recent years.

This plasma etching device is provided with an aluminum electrode at the bottom of an airtight container connected to a vacuum device, for example, an aluminum electrode body is provided, with an electrode made of amorphous carbon being provided at the top to oppose the aforementioned aluminum electrode, an RF power source is connected to this amorphous carbon electrode and aforementioned aluminum electrode, and electric power is impressed between the electrodes from the aforementioned power source by setting a substrate to be processed, for example, a semiconductor wafer, on the aforementioned aluminum electrode. At the same time, a necessary processing gas is fed between the aforementioned electrodes. This processing gas is then converted into plasma by means of the aforementioned electrode power, and the surface of the aforementioned semiconductor wafer is etched with this processing gas that was converted into plasma.

In this type of etching device, many automated devices are provided for loading the wafer into the reaction vessel from the cassette and executing plasma etching; the information for monitoring and control of the operating state of the automated device is input via various sensors provided to each device into a control device that controls the plasma etching, and is fed back to the aforementioned many devices after being converted into control information. In the conventional etching device, the part of the information that controls and monitors these operating states was displayed only as character information.

Problems to be solved by the invention

However, in LSI, super LSI, etc, a large volume of various information was necessary to determine the processing conditions for obtaining the optimum etching rate in order to form ultra-fine patterns with high precision, to verify the reproducibility, and to control the lot, and

with the conventional output of only character information, there were problems from errors in reading the information and from analysis and discrimination of the aforementioned information not being possible in a short time. The present invention was made taking these factors into consideration, and provides an etching device that allows quick verification of reproducibility, lot control, etc. because errors are immediately found upon viewing the information or discrepancy information, and analysis and judgement can be made quickly so that determination of the process reproducibility and lot control becomes easy by comparing graphs, etc., even for someone who is not a technician with specialized knowledge.

#### Constitution of the invention

##### Means to solve the problems

The invention is characterized by the fact that in an etching device which provides a substrate to be processed to one of the electrodes arranged opposite each other with a prescribed space in between, makes the processing gas into a plasma; by impressing electric power between the electrodes, and uses a computer to control the process of etching the substrate with the processing gas made into a plasma, it comprises a means for inputting the sensor output characterizing the processing state into the computer and a means for composing the sensor output thus obtained into a graph and displaying it on a screen.

##### Operation and effects

Since an etching device which provides a substrate to be processed to one of the electrodes arranged opposite each other with a prescribed space in between, converts the processing gas into a plasma by impressing electric power between the electrodes, and uses a computer to control the process for etching the substrate with the processing gas converted into a plasma, was equipped with a means for inputting the sensor output characterizing the processing state into the computer and a means for composing the sensor output thus obtained into a graph and displaying it on the screen, it is possible to compose a large volume of various kinds of information for analyzing and determining the reproducibility of the process or for finding the process condition to obtain the optimum etching rate into a graph and to display it, thereby preventing erroneous reading of the character information that tends to occur when the display shows only a large volume of characters, enabling easy discovery of discrepancies and quick analysis of and judgement concerning the aforementioned large volume of various kinds of information in a short time, making determination of process conditions and verification of reproducibility easy, so the process can be controlled and changed properly, and greatly reducing the process loss time. Also, comparative examination becomes easy, even for a person who is not a technician with specialized knowledge, because of displays of displays of graphs, etc., lot

control and determination of process reproducibility becomes possible, and control becomes easy even for persons other than specialized technicians.

#### Application example

Below, an application example, in which the device of the present invention is applied to an etching device in the semiconductor manufacturing process, will be explained, with reference to the figures.

As shown in Figure 1, a device, for example, a plasma etching device, that etches and processes a substrate to be processed, for example, a semiconductor wafer (1), is constituted of a loader/unloader device comprised of storage part (2) that stores aforementioned wafer (1), transport part (3) for transporting aforementioned wafer (1) in and out of storage part (2), alignment part (4) for positioning wafer (1) from transport part (3), processing part (5) that etches and processes wafer (2) positioned with aforementioned alignment part (4), and operation part (6) that executes control of the operation and monitoring of these parts.

To explaining the loader/unloader part first, aforementioned storage part (2) can store plural, for example, two wafer cassettes (7) capable of stacking and storing plural pieces, for example, 25 semiconductor wafers (1), by providing a prescribed space in the thickness direction. This wafer cassette (7) is mounted on corresponding cassette mounting stand (8) and this cassette mounting stand (8) is capable of moving vertically by means of the respective independent elevating mechanism not shown in the figure. Here, it is preferable for the aforementioned elevating mechanism to always be positioned below aforementioned cassette mounting stand (8), as a corrosion preventive measure.

Also, multi-jointed robot (9) that transports wafer (1) is provided to transport part (3) between aforementioned storage part (2), alignment part (4), and treatment part (5). Arm (10) provided with a holding mechanism, for example, a vacuum pickup mechanism not shown in the figure, is provided to multi-jointed robot (9), and this arm (10) is formed from a material such as ceramic or quartz that prevents heavy metal contamination of wafer (1). Also, this multi-jointed robot (9) can rotate freely with one point as an axis and can move in the horizontal-axial direction. Also, vacuum chuck (11) is provided to alignment part (4) that positions wafer (1) transported by aforementioned transport part (3). This vacuum chuck (11) is comprised of a disc-shaped inner chuck and a ring-shaped outer chuck that is spaced a prescribed distance from the outer circumference of the inner chuck. The aforementioned inner chuck can move vertically and rotate, with the center of the inner chuck as the axis, and the aforementioned outer chuck can move in the horizontal-axial direction. Also, a sensor, for example, a transmission type sensor, which is capable of moving toward the center of the inner chuck and detects the wafer outer

circumference, is provided. As was noted above, the loader/unloader device is comprised of storage part (2), transport part (3), and alignment part (4).

Then, processing part (5), which processes wafer (1) positioned with aforementioned alignment part (4), is constituted. This processing part (5) is provided in processing chamber (12) for executing an etching process with plural, for example, 2 systems of inside load lock chamber (13) and outside load lock chamber (14) capable of transporting wafer (1) while maintaining airtightness and spare chamber (15) for multi-purpose use to execute treatments such as light etching, ashing, etc. on wafer (1) after processing is connected to outside load lock chamber (13). Open/close mechanism (16a) is provided to aforementioned inside load lock chamber (13) by forming an inlet for wafer (1) in one side wall on the aforementioned alignment part (4) side and open/close mechanism (16b), which makes isolation from aforementioned processing chamber (12) possible, is provided to the opposite surface from the open/close mechanism (16a).

Then, handling arm (17a), which transfers wafer (1) to processing chamber (12) from alignment part (4) is provided inside load lock chamber (13). Also, for aforementioned outside load lock chamber (14), open/close mechanism (18a) that makes isolation from processing chamber (12) possible is provided in one side wall on the aforementioned processing chamber (12) side, and open/close mechanism (18b) that makes isolation from spare chamber (15) possible is provided in the side wall on the spare chamber (15) side adjacent to open/close mechanism (18a). Also, handling arm (17b), which executes transfer of wafer (1) to spare chamber (15) from reaction processing chamber (12), is provided to outside load lock chamber (14). A vacuum exhaust mechanism, for example, a rotary pump not shown in the figure is connected to aforementioned load lock chambers (13) and (14), and furthermore, a purge mechanism, not shown in the figure, is provided that is capable of introducing an inactive gas, for example,  $N_2$  gas. Then, in aforementioned processing chamber (12), the inside part made of Al and applied with a surface alumite treatment is formed into a cylindrical shape. At the bottom of this processing chamber (12), bottom electrode body (20) linked to elevating mechanism (19) is provided to elevate freely, and airtightness is maintained with bellows (21) made of a material, for example SUS, in correspondence with the elevation thereof. This bottom electrode body (20) has a plate shape and is made of, for example, aluminum that is applied with an alumite treatment on the surface. The top surface of bottom electrode body (20) that holds semiconductor wafer (1) is formed into an R, and this is tilted from the center towards the periphery.

Also, a synthetic high molecular weight polymer film, for example, 20-100  $\mu m$  of heat resistant polyimide resin that is not shown in the figure, is provided between bottom electrode body (20) and the semiconductor wafer (1) mounting surface by adhering it to the semiconductor wafer (1) mounting surface of bottom electrode body (20) with a heat resistant acrylic resin adhesive so as to make the impedance uniform between semiconductor wafer (1) and the

electrode that holds this semiconductor wafer (1), namely, bottom electrode body (20). Then, through-holes (not shown in the figure), oriented vertically are formed in aforementioned bottom electrode body (20) at, for example, four places and lifter pins (22) capable of elevating freely are provided within these through-holes. These lifter pins (22) are made, for example, with SUS, and plate (23) connected to four lifter pins (22) is synchronized by operation of elevating mechanism (24). In this case, aforementioned plate (23) is forced downward by coil spring (25) if elevating mechanism (24) is not operating, and the extreme ends of aforementioned lifter pins (22) descend from the bottom surface of electrode body (20). Also, a cooling gas conduit is connected to the aforementioned through-holes and this cooling gas conduit is linked to the plural, for example, 16 apertures (not shown in the figure) provided in the bottom electrode body (20) surface positioned at the peripheral part of aforementioned semiconductor wafer (1). A cooling gas introduction pipe is provided at the bottom part of processing chamber (12) and is linked to a cooling gas supply source not shown in the figure so that a cooling gas, for example, helium gas, can be fed to the back surface of semiconductor wafer (1) from these apertures and the aforementioned through-holes.

Also, passage (26) is provided within the cooling mechanism, for example, bottom electrode body (20), and when electrode power is applied to aforementioned bottom electrode body (20), cooling is achieved by means of circulation of a cooling fluid, for example, a mixture of antifreeze fluid and water, with a fluid cooling device (not shown in the figure) linked to piping (not shown in the figure) connected to this passage (26), in order to improve uniformity in the etching process. Then, exhaust ring (28) provided with 36 exhaust holes (27) equally arranged at a prescribed angle, for example, at  $10^\circ$  intervals, with a diameter of, for example, 5 mm, within the space between the side part of bottom electrode body (20) and the inside surface of aforementioned processing chamber (12), is fixed to the side wall of processing chamber (12), and the exhaust gas inside processing chamber (12) is exhausted freely by means of a connected exhaust device, for example, a turbo molecular pump and a rotary pump, via exhaust pipe (29) connected to the side of the processing chamber (12) below exhaust ring (28), etc. In order to mount and fix semiconductor wafer (1) to this kind of bottom electrode body (20), clamp ring (30) is provided so that it presses against wafer (1) when bottom electrode body (20) ascends. Clamp ring (30) is constituted to ascend to a prescribed height, for example, 5 mm, while maintaining a prescribed pressure when wafer (1) contacts this clamp ring (30) and electrode body (20) is raised. Specifically, clamp ring (30) holds plural shafts of, for example, high purity  $\text{Al}_2\text{O}_3$  that penetrate the top part of processing chamber (12) while maintaining a seal via, for example, four air cylinders (31). Aforementioned clamp ring (30) is adapted to the diameter of semiconductor wafer (1) in order to press the peripheral part of aforementioned semiconductor wafer (1) to the surface of bottom electrode body (20) formed into an R. This

clamp ring (30) is, for example, made of aluminum, has an alumite treatment applied to its surface, and provides an insulating alumina covering on the surface by means of this alumite treatment. Then top electrode body (32) is provided at the top part of processing chamber (12) opposite bottom electrode body (20). This top electrode body (32) is made of a conductive material, for example, aluminum with alumite treatment applied to its surface, and a cooling means is provided to this top electrode body (32). This cooling means comprises, for example, passage (33) that runs inside top electrode body (32), is linked to a cooling device (not shown in the figure) provided outside aforementioned processing chamber (12) via piping (not shown in the figure) connected to this passage (33), and has a structure by which a fluid circulates, for example, a mixture of antifreeze fluid and water, that is maintained at a prescribed temperature. Top electrode (34) made of, for example, amorphous carbon, is provided to the bottom surface of this top electrode body (32), and is electrically connected state to said top electrode body (32). A slight space (35) is formed between this top electrode (34) and top electrode body (32), gas supply pipe (36) is connected to this space (35), and this gas supply pipe (35) is composed to freely supply a reaction gas, for example,  $\text{CHF}_3$ ,  $\text{CF}_4$ , etc. and a carrier gas, for example, Ar, He, etc., to aforementioned space (36) from the gas supply source (not shown in the figure) outside aforementioned processing chamber (12) via a flow rate adjuster, for example, a mass-flow controller, not shown in the figure. Also, plural baffles (37), which have plural apertures for diffusing the gas equally, are provided to this space (35).

Then, plural holes (38) are formed in top electrode (34) so as to lead out reaction gas, etc., diffused by baffles (37), to the inside part of processing chamber (12) via said top electrode (34). Insulation ring (39) is provided at the periphery of this top electrode (34) and top electrode body (32), and shield ring (40) is arranged to extend to the bottom peripheral surface of said top electrode (34) from the bottom surface of this insulation ring (39). This shield ring (40) is formed with an insulator, for example, of ethylene tetrafluoride resin, approximately the same diameter as the substrate to be processed, for example, semiconductor wafer (1) to be etched, so that the plasma can be controlled. Also, high frequency power source (41) is provided for impressing high frequency electric power to aforementioned top electrode body (32) and bottom electrode body (20). Then, open/close mechanism (15a) is provided to aforementioned spare chamber (15) on the multi-jointed robot (9) side, a purge mechanism that introduces an inactive gas, etc. and an exhaust mechanism not shown in the figure are provided to prevent lifting, etc. of wafer (1) due to the pressure differences from the atmosphere with opening and closing thereof, and a mounting stand, not shown in the figure, for transferring wafer (1) is provided that can elevate. Then, operation part (6) is provided to monitor the wafer processing state and to control the operation of each mechanism constituted as described above. This operation part (6) is comprised of control part (42), which executes arithmetic processing of various information, and operation

display part (43), which executes monitoring, etc. and is composed with software written in, for example, C language.

Aforementioned control part (42) is composed to allow individual activation or operation or serial activation or operation of aforementioned operation display part (43), storage part (2), transport part (3), alignment part (4), and processing part (5) or for input control of information from various sensors (not shown in the figure) provided at each state monitoring position. This type of control (42) is comprised of controller (44) that executes arithmetic, comparison, and other processes within control part (42), memory part (45) that stores the information processed in controller (44) and information from the sensors or operation display part (43), and timer (46) that measures the duration of the etching process.

Then, operation display part (43) is comprised of display part (47), for example, a CRT that displays the information from control part (42), and input part (48), composed of plural input means, for example, keyboard, IC card, etc., that inputs information from operation display part (43) into control part (42).

The various sensors provided at the aforementioned state monitoring positions consist of the following kinds.

For example, there is a barratron gage that measures and detects the vacuum pressure within processing chamber (12), high frequency generator that detects the reflected energy or power consumption of high frequency electric power impressed on electrodes (20) and (34), rotary encoder that measures and detects the space between bottom electrode body (20) and top electrode (34) within processing chamber (12), mass flow controller that controls and detects the gas flow rate of the several gases flowing within processing chamber (12), platinum temperature measurement resistor that independently measures and detects the temperature of bottom electrode body (20) and the temperature of top electrode (34) within processing chamber (12), barratron gage that measures and detects the clamp pressure of the clamp for adhering and fixing wafer (1), which is the substrate to be processed, to bottom electrode body (20) within processing chamber (12), mass flow controller that measures and detects the flow rate of the cooling gas, for example, He gas, introduced to cool the back surface of aforementioned clamped wafer (1), monochromator that determines the completion of etching from the specific reflected light within processing chamber (12), etc.

Next, the operation and function of the aforementioned etching device will be explained.

First of all, wafer cassette (7) loaded with about 25 wafers is mounted on cassette mounting stand (8) for reloading by operator, robot hand, etc., and empty wafer cassette (7) is mounted on cassette mounting stand (8) for unloading. Then, wafer (1) is moved vertically by means of the elevating mechanism and installed at the prescribed position. Simultaneously, multi-jointed robot (9) is moved and positioned at wafer cassette (7) for loading. Then, arm (10)



of multi-jointed robot (9) is inserted under necessary wafer (1). Then, cassette mounting stand (8) is lowered by a prescribed amount and wafer (1) is vacuum grasp by arm (10). Next, arm (10) is extended to transport and mount it on vacuum chuck (11) of alignment part (4). Here, centering of said wafer and positioning of the orifura [transliteration] is executed. At this time, an inactive gas, for example,  $N_2$  gas, has already been introduced into inside load lock chamber (13) and pressurized. Then, open/close mechanism (16a) of inside load lock chamber (13) is opened while introducing  $N_2$  gas, wafer (1) positioned with handling arm (17a) is transported to aforementioned inside load lock chamber (13), then open/close mechanism (16a) is closed. Then, the inside of this inside load lock chamber (13) is evacuated to a prescribed pressure, for example, 0.1-2 torr. At this time, treatment chamber (12) also has already been evacuated to a prescribed pressure, for example,  $1 \times 10^{-4}$  torr. Open/close mechanism (16b) of inside load lock chamber (13) is opened in this state and wafer (1) is transported into processing chamber (12) with handling arm (17a). In accord with this transport operation, lifter pins (22) ascend at a speed of, for example, 12 mm/S, by means of elevating mechanism (24) from the through-holes of bottom electrode body (20). With these lifted, wafer (1) is installed and left stationary on top of each lifter pin (22). Thereafter, aforementioned handling arm (17a) is stored within inside load lock chamber (13) and open/close mechanism (16b) is closed. Then, bottom electrode body (20) within processing chamber (12) is raised a prescribed amount by elevating mechanism (19) so as to mount wafer (1) on, for example, bottom electrode body (20). Furthermore, bottom electrode body (20) is continuously raised at a low speed, contacted to clamp ring (30), and is raised by a prescribed amount, for example, 5 mm, while maintaining a prescribed pressure. The gap between bottom electrode body (20) and top electrode (34) is accordingly set at a prescribed spacing, for example, 6-20 mm. Exhaust control is executed during the aforementioned operation and the necessary gas flow and exhaust pressure settings are verified. Thereafter, a reaction gas, for example,  $CHF_3$  gas 100SCCM or  $CF_4$  gas 100SCCM, and a carrier gas, for example, He gas 1000SCCM, Ar gas 1000SCCM, etc. are equally rectified by means of baffle (37) provided to space (35) of top electrode body (32) via gas supply pipe (36) from the gas supply source while controlling exhaust so as to maintain the inside of processing chamber (12) at 2-3 torr, and these are made to flow out to semiconductor wafer (1) via plural holes (38) provided to top electrode (34). At the same time, high frequency electric power with a frequency of, for example, 13.56 MHz, is impressed between top electrode (34) and bottom electrode body (20) from high frequency power source (41) to convert the aforementioned reaction gas into plasma and, for example, anisotropic etching of aforementioned semiconductor wafer (1) is executed with this reaction gas converted into plasma. At this time, top electrode (34) and bottom electrode body (20) reach a high temperature due to the application of high frequency electric power. When top electrode (34) becomes hot, thermal expansion is naturally generated. In this case, top electrode

(34) is made of amorphous carbon and top electrode body (32), which contacts this, is made of aluminum, so the coefficient of thermal expansion differs and cracks are generated. In order to prevent this generation of cracks, a mixture of antifreeze fluid and water is pumped by a cooling means (not shown in the figure) that is linked by piping to passage (33) inside top electrode body (32), and it indirectly cools top electrode (34). Also, if bottom electrode body (20) becomes hot even the semiconductor wafer (1) becomes hot, so there is concern about generating defects by damaging the resist pattern formed on the surface of semiconductor wafer (1). Therefore, bottom electrode body (20) is also cooled by pumping a mixture of antifreeze fluid and water from a cooling device (not shown in the figure) of a separate system linked via piping to passage (26) formed in the bottom part, in the same manner as top electrode (34). This cooling water is controlled to be, for example, about 0-60°C, in order to process the aforementioned semiconductor wafer (1) at a fixed temperature. Also, semiconductor wafer (1) is heated by the thermal energy of the plasma, so a cooling gas, for example, helium gas is fed to the back surface of semiconductor wafer (1) from the cooling gas supply source (not shown in the figure) via plural, for example, 16 apertures at the periphery and 4 through-holes near the center formed in bottom electrode body (20), the cooling gas conduit, and the cooling gas introduction pipe. At this time, the aforementioned apertures and through-holes are sealed by the position of semiconductor wafer (1). However, in actuality there is a very small space between the surface of bottom electrode body (20) and semiconductor wafer (1) due to surface coarseness, etc., and said semiconductor wafer (1) is cooled by feeding said helium gas into this space. Etching is executed for a prescribed time, for example, 2 min, while maintaining these conditions. Then, bottom electrode body (20) is lowered while exhausting the reaction gas, etc. in processing chamber (12) upon completion of this process, and wafer (1) is placed on lifter pins (22). Then, the pressure within processing chamber (12) and outside load lock chamber (14) is made about the same and open/close mechanism (18b) is opened. Next, handling arm (17b) provided to outside load lock chamber (14) is inserted into processing chamber (12), aforementioned lifter pins (22) are lowered, and wafer (1) is grasped and mounted on handling arm (17b). Then, handling arm (17b) is stored within outside load lock chamber (14) and open/close mechanism (18a) is closed. At this time, spare chamber (15) has already been evacuated to be about the same as outside load lock chamber (14). Then, open/close mechanism (18b) is opened and wafer (1) is stored on mounting stand, not shown in the figure, within spare chamber (15) by means of handling arm (17b). Then, open/close mechanism (18b) is closed, the mounting stand is lowered and open/close mechanism (15a) of spare chamber (15) is opened.

Next, multi-jointed robot (9) is moved to a position prescribed beforehand, arm (10) of this multi-jointed robot (9) is inserted into spare chamber (15), and wafer (1) is grasped and mounted on arm (10). Then, arm (10) is transported, multi-jointed robot (9) is rotated by 180°

while moving to the prescribed position when open/close mechanism (15a) of spare chamber (15) is closed, and wafer (1) is transported and stored at the prescribed position in empty cassette (7) by means of arm (10). The aforementioned series of operations is executed with regard to all wafers (1) stored in cassette (7).

Next, the aforementioned operation will be explained using Figures 3 and 4 by focusing on the information processing in operation part (6).

Substrates to be processed, for example, wafers (1), are placed in storage part (2) in wafer cassette units [step] (50), the temperature of top and bottom electrodes (20) and (32) in processing part (5), the temperature of the side wall of processing chamber (12), the detection method of, for example, the end point for determining etching process completion, etc., are established by process condition setting [step] (51) from input part (48) in operation display part (43), and then stored in memory part (45). Next, in process procedure setting [step] (52), procedures for the order, the combination, and the duration of, for example, maintenance of pressure within processing chamber (12) of processing part (5), application of high frequency electric power, delivery of processing gases such as reaction gas, carrier gas, etc. are stored in memory part (45) from input part (48). Next, when the start switch, not shown in the figure, of operation display part (43) is pushed [step] (53), wafer (1) is transported by means of transport part (3) composed of, for example, multi-jointed robot (9), etc., not shown in the figure, from wafer cassette (7) placed in storage part (2), [step] (54) then mounted and set within processing chamber (12) of processing part (5) [step] (55). Next, setting is executed in process condition setting [step] (51), the process condition stored in memory part (45) and actual information from the sensor that is detecting the processing condition in processing part (5) are compared [step] (56), and if the condition is not satisfied, processing part (5) is controlled by controller (44) until the actual information from the sensor satisfies that condition, so that it becomes the set process. Then when the condition is satisfied, cooling gas for cooling wafer (1) is introduced, a processing gas such as is indicated in the process procedure, for example, flow is introduced [step] (57) according to the instructions stored in memory part (45) which were entered in process procedure setting [step] (52), high frequency electric power is applied, and the etching process is started. Then etching is executed until end point detection is made by means of, for example, the average value end point detection method that was specified in process condition setting [step] (51), using the information of a sensor, for example, a monochromator, in the processing part [step] (58). Then when end point detection [step] (59) is made, cooling gas for cooling wafer (1) stops. Simultaneously, for example, in-flow of the processing gas is stopped and application of high frequency electric power is stopped [step] (60) according to the procedure set in process procedure setting [step] (52).

Next, wafer (1) is stored in cassette (7) for storing in storage part (2), by means of transport part (3) composed of multi-jointed robot (9), with the completion of the etching process in processing part (5). Then, the operations subsequent to pressing the start switch are repeated until all wafers (1) stored in wafer cassette (7) for loading are completed as in flow [step] (63).

Here, the outputs of various sensors, which detect the aforementioned processing states, can be displayed at the necessary time. Specifically, as shown in Figure 5, whether or not to display is selected from the keyboard in operation display part (43). Next, display is desired, the processing state is selected from the keyboard in operation display part (43) [step] (65). Then, the selected processing state is incorporated in control part (42) [step] (66). Here, arithmetic processing is executed on the incorporated information and the graphing process is executed [step] (67). Then the result of the graphing process is displayed in display part (47) [step] (68).

This display is a voltage conversion display by means of a graph with, for example, the voltage on the vertical axis and the time on the horizontal axis, as shown in Figure 6. This display state continues as long as there is no indication from the keyboard of input part (48). The resolution of the display data is a cycle of, for example, 200 mS. Here, when an indication of display completion is executed from the keyboard in input part (48), it is reset and returns to the original state. Also, a closed loop is composed so as to return again to the original state if "not to display" is selected in aforementioned selection [step] (64).

As noted above, the processing state of the device is displayed in display part (47) in real time as a graph of the necessary sensor data.

As was noted above, according to this working example, since an etching device that provides a substrate to be processed to one of the electrodes arranged opposite each other with a prescribed space in between, converts the processing gas into a plasma by impressing electric power between the electrodes, and uses a computer to control the process for etching the substrate to be processed with this processing gas converted to a plasma was equipped with a means for inputting sensor output detecting the processing state into the computer and a means for composing the sensor output thus obtained into a graph and displaying it on the screen, it is possible to compose a large volume of various kinds of information, for analysis and determination of the reproducibility of the process or for finding the process conditions in order to obtain the optimum etching rate, into a graph and display it, to prevent erroneous reading of character information that tends to occur when only a large volume of characters is displayed, to find discrepancies easily, to analyze and categorize the aforementioned large volume of various kinds of information quickly, to make finding process conditions and verification of reproducibility easy, to set and adjust the process properly, and to greatly reduce the process loss time. Also, displays of graphs, etc., make comparative examination easy even for a person who is not a technician with specialized knowledge, lot control and determination of process

reproducibility become possible, and control becomes easily possible even by persons other than specialized technicians.

This invention is not restricted to the aforementioned working example, and can be applied to semiconductor manufacturing devices such as CVD or sputtering devices that deposit, for example, a required thin film on a substrate to be processed, ashing devices that carbonize the resist, etc.

Furthermore, needless to say, it can be applied to a device that manufactures LCD substrates used for image display devices such as liquid crystal TV, etc.

#### Brief description of the drawings

Figure 1 is a block diagram of an etching device explaining a working example of the semiconductor device in the present invention, Figure 2 is an explanatory diagram of the processing part of the device in Figure 1, Figure 3 is a block diagram explaining the constitution of the operation part, Figures 4 and 5 are flow charts explaining Figure 3, and Figure 6 is a working example of the display shown in the display part of Figure 5.

(5)...processing part, (42)...control part, (43)...operation display part, (44)...controller, (45)...memory part, (46)...timer.

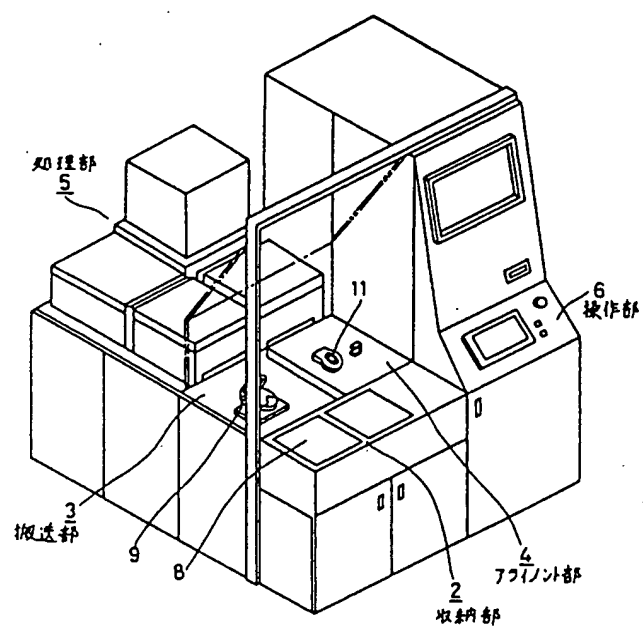


Figure 1(A)

- Key:
- (2) Storage part
  - (3) Transport part
  - (4) Alignment part
  - (5) Processing part
  - (6) Operation part

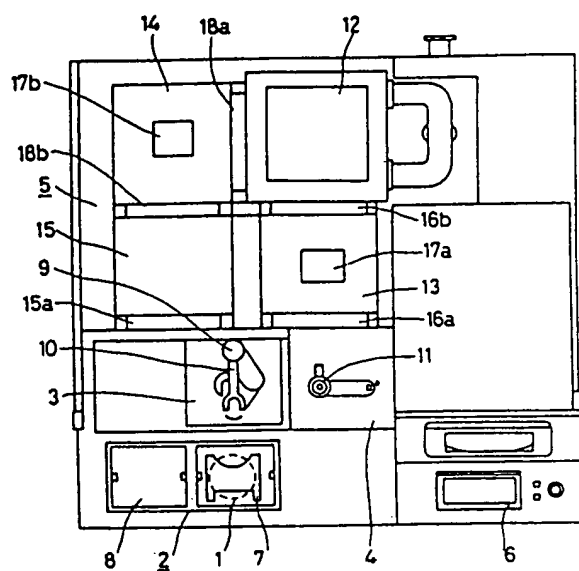


Figure 1(B)

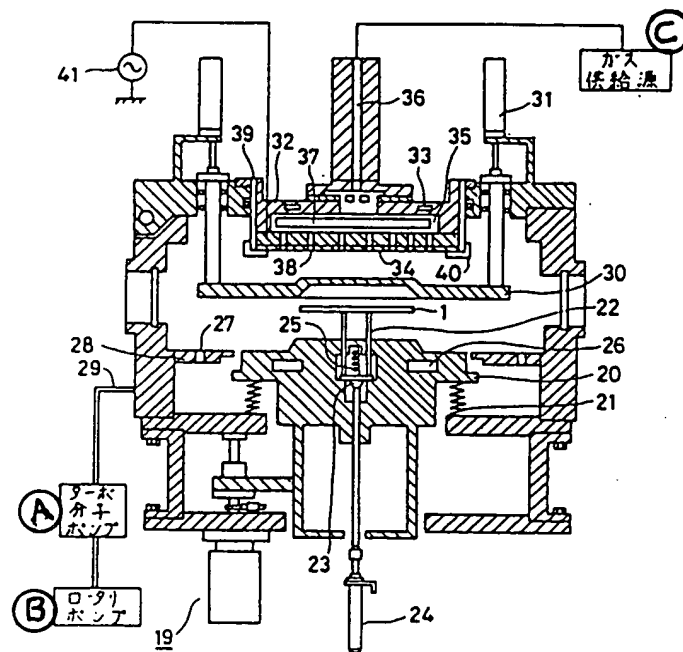


Figure 2

Key: A Turbo molecular pump  
 B Rotary pump  
 C Gas supply source



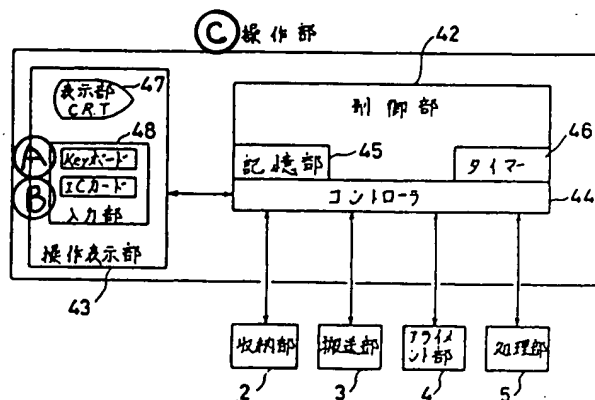


Figure 3

- Key:
- A Keyboard
  - B IC card
  - C Operating unit
  - (2) Storage part
  - (3) Transport part
  - (4) Alignment part
  - (5) Processing part
  - (42) Control part
  - (43) Operation display part
  - (44) Controller
  - (45) Memory part
  - (46) Timer
  - (47) Display part
  - (48) Input part

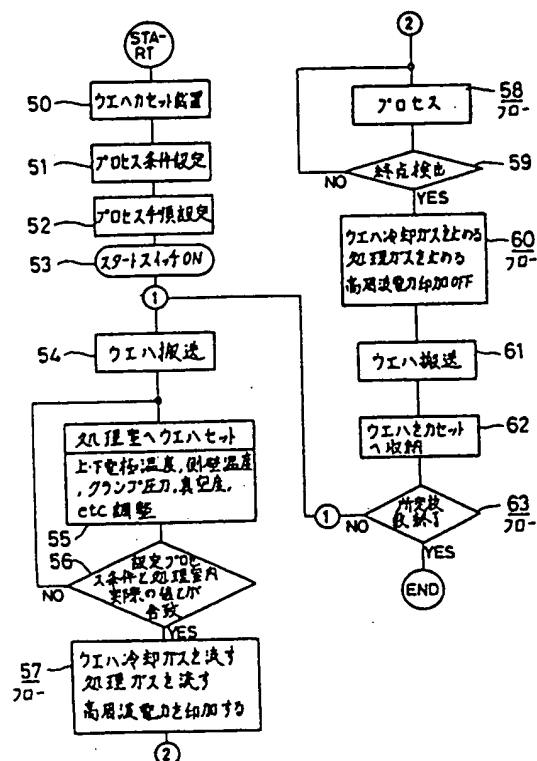


Figure 4

- Key:
- 50 Mount wafer cassette
  - 51 Set the process condition
  - 52 Set the process procedure
  - 53 Turn ON start switch
  - 54 Transport wafer
  - 55 Set wafer in the processing chamber  
Adjust the top and bottom electrode temperature, sidewall temperature, clamp pressure, degree of vacuum, etc.
  - 56 The set process condition and the actual value within the processing chamber correspond
  - 57 (Flow) Wafer cooling gas is introduced  
Processing gas is introduced  
High frequency electric power is applied
  - 58 (Flow) Process
  - 59 Detection of end point
  - 60 (Flow) Wafer cooling gas is stopped  
Processing gas is stopped  
High frequency electric power is turned OFF
  - 61 Transport of wafer

- 62 Storage of wafer in cassette  
 63 (Flow) Prescribed number of wafers completed

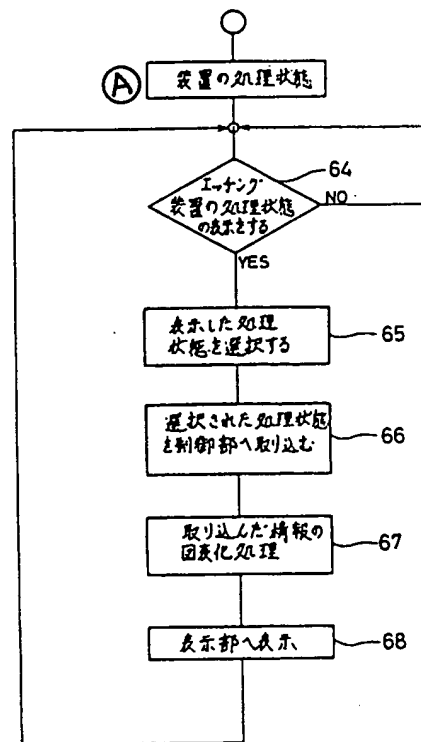


Figure 5

- Key: A Processing state of the device  
 64 Display the processing state of etching device  
 65 Select the displayed processing state  
 66 Incorporate the selected processing state in the control part  
 67 Compose the incorporated information into a graph  
 68 Display in the display part

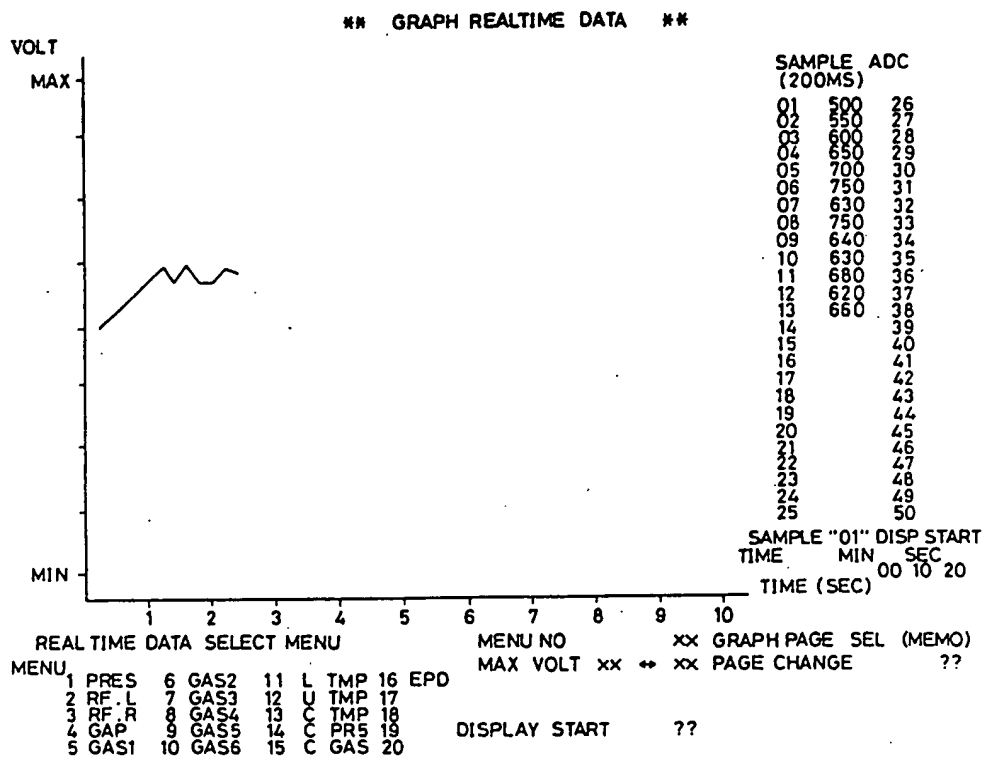


Figure 6

Japanese Kokai Patent Application No. Hei 1[1989]-283934

---

Job No.: 598-80127

Ref.: 003338USA/FET/FET/DV

Translated from Japanese by the Ralph McElroy Translation Company  
910 West Avenue, Austin, Texas 78701 USA

## ⑫ 公開特許公報(A) 平1-283934

⑪ Int. Cl.<sup>4</sup>H 01 L 21/302  
C 23 F 4/00

識別記号

庁内整理番号

E-8223-5F  
A-6793-4K

⑬ 公開 平成1年(1989)11月15日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全10頁)

⑭ 発明の名称 エッチング装置

⑮ 特 願 昭63-114066

⑯ 出 願 昭63(1988)5月11日

⑰ 発 明 者 内 山 一 也 東京都新宿区西新宿1丁目26番2号 東京エレクトロン株式会社内

⑱ 出 願 人 東京エレクトロン株式会社 東京都新宿区西新宿1丁目26番2号

## 明 願 書

## 1. 発明の名称

エッチング装置

## 2. 特許請求の範囲

所定の間隔を開けて対向配置した電極の一方に被処理基板を設け、上記電極間に電力を印加して処理ガスをプラズマ化し、このプラズマ化した処理ガスにより、被処理基板をエッチングする工程をコンピュータ制御するエッチング装置において、処理状態を検知したセンサ出力をコンピュータへ入力する手段と、この手段により得られたセンサ出力を図表化し、表面に表示する手段とを具備し、てなることを特徴とするエッチング装置。

## 3. 発明の詳細な説明

(発明の目的)

(産業上の利用分野)

本発明はエッチング装置に関する。

(従来技術)

近年、半導体素子の複雑な製造行程の簡略化、工程の自動化を可能とし、しかも微細パターンを

高精度で形成することが可能な各種障膜のエッチング装置として、ガスプラズマ中の反応成分を利用したプラズマエッチング装置が注目されている。

このプラズマエッチング装置は、真空装置に連設した気密容器内の下方にアルミニウム製の電極が設けられ、このアルミニウム製電極と対向する上方にアモルファスカーボン製電極を備えた例えばアルミニウム製電極体が設けられ、このアモルファスカーボン製電極と上記アルミニウム製電極にRF電源が接続しており、上記アルミニウム製電極上に被処理基板例えば半導体ウエハを設定して上記電源から各電極間に電力を印加する。同時に、所望の処理ガスを上記電極間に供給する。すると、この処理ガスが上記電力によりプラズマ化され、このプラズマ化した処理ガスにより上記半導体ウエハ表面をエッチングするものである。

このようなエッチング装置では、ウエハをカセットから反応槽内へ装着しプラズマエッチングする為に自動化した多数の装置が設けられ、その装置の動作状態を制御監視する情報は各装置に設け

られた種々のセンサーを介してプラズマエッチング装置を制御している制御装置に入力され、また制御情報へ変換され上記多数の装置へフィードバックされている。従来のエッチング装置では、これら動作状態を制御監視する情報の一部を文字のみで表示していた。

(発明が解決しようとする課題)

しかしながらLSI、超LSI等では、超微細パターンを高精度に形成するために、最適エッチングレートを得るためのプロセス条件だしや、再現性の確認及びロット管理のため多量な情報が必要になり従来の文字情報だけの出力では情報の見誤りや短時間での上記情報の分析や判断ができなくなるという問題があった。本発明では、上記点に対処してなされたもので、情報の見誤りや、不具合情報を即座に見見できると共に、短時間に分析、判断できることにより、再現性の確認や、ロット管理等が迅速に出来、専門知識を持った技術者でなくとも、グラフ等の比較により、ロット管理、プロセス再現性の判断が容易となる効

果を得るエッチング装置を提供しようとするものである。

入力する手段と、この手段により得られたセンサ出力を図象化し、表面に表示する手段とを具備したことにより、最適エッチングレートを得るためのプロセス条件出しや、プロセスの再現性を分析、判断する為の多量な、大量の情報をグラフ化して表示でき、大量の文字のみで表示される場合に起り易い、文字の見誤りを防止し、不具合情報を容易に見見できると共に、上記多量、大量の情報を短時間に分析・判断でき、プロセスの条件出しや、再現性の確認等を容易にし、工程設定、変更を迅速にでき、工程でのロス時間を大幅に短縮することができる。また、グラフ等の図象化表示により専門知識を持った技術者でなくとも、容易に比較検討できロット管理、プロセス再現性の判断が可能となり専門技術者以外でも容易に管理できるといふ効果がある。

(実施例)

以下本発明装置を半導体製造工程に於けるエッチング装置に適用した一実施例につき図面を参照して説明する。

(発明の構成)

(課題を解決するための手段)

所定の間隔を開けて対向配置した電極の一方に被処理基板を設け、上記電極間に電力を印加して処理ガスをプラズマ化し、このプラズマ化した処理ガスにより、被処理基板をエッチングする工程をコンピュータ制御するエッチング装置において、処理状態を検知したセンサ出力をコンピュータへ入力する手段と、この手段により得られたセンサ出力を図象化し、表面に表示する手段とを具備してなることを特徴とする。

(作用効果)

所定の間隔を開けて対向配置した電極の一方に被処理基板を設け、上記電極間に電力を印加して処理ガスをプラズマ化し、このプラズマ化した処理ガスにより、被処理基板をエッチングする工程をコンピュータ制御するエッチング装置において、処理状態を検知したセンサ出力をコンピュータへ

被処理基板例えば半導体ウエハ(1)をエッチング処理する装置例えばプラズマエッチング装置は、第1図に示すように上記ウエハ(1)を収納する収納部(2)と、この収納部(2)から上記ウエハ(1)を搬出入する為の搬送部(3)と、この搬送部(3)からのウエハ(1)を位置合わせするアライメント部(4)とからなるローダ、アンローダ部と、上記アライメント部(4)で位置合わせされたウエハ(1)をエッチング処理する処理部(5)と、これら各部の動作設定及びモニタ等を行なう操作部(6)とから構成されている。

まずローダ、アンローダ部について説明すると、上記収納部(2)は、半導体ウエハ(1)を板厚方向に所定の間隔を設けて複数枚例えば25枚を積載収納可能なウエハカセット(7)を複数個例えば2個収納可能とされている。このウエハカセット(7)は、夫々対応するカセット載置台(8)に載置され、このカセット載置台(8)は、夫々独立した図示しない昇降機構により上下動可能となっている。ここで、上記昇降機構は、防塵対策の為上記カセット載置台(8)より常に下側に位置する事が望ましい。

そして、搬送部(3)には、上記収納部(2)とアライメント部(4)及び処理部(5)間で、ウエハ(1)の搬送を行なう多関節ロボット(6)が設けられている。この多関節ロボット(6)には、保持機構例えば図示しない真空吸着機構を備えたアーム(10)が設けられており、このアーム(10)はウエハ(1)への重金属汚染を防止する為の材質例えばセラミックや石英により形成されている。そして、この多関節ロボット(6)は、一点を軸として回転自在であり、さらに水平一軸方向へ移動可能となっている。又、上記搬送部(3)より搬送されたウエハ(1)の位置合せを行なうアライメント部(4)には、バキュームチャック(11)が設けられている。このバキュームチャック(11)は、円板状内チャック及びこの内チャックの外周と所定の間隔を設けた円環状外チャックから構成されている。上記内チャックは、内チャックの中心を軸とした回転及び上下動が可能であり、上記外チャックは、水平一軸方向へ移動可能となっている。また、内チャックの中心方向に移動可能なウエハ外周端部を検出するセンサー例えば透

過形センサーが設けられている。上記したように、収納部(2)と搬送部(3)とアライメント部(4)とで、ローダ、アンローダ部が構成されている。

そして、上記アライメント部(4)で位置合せされたウエハ(1)を処理する処理部(5)が構成されている。この処理部(5)は、エッチング処理する処理室(12)に、気密を保ちながらウエハ(1)を搬送可能な複数例えばイン側のロードロック室(13)及びアウト側のロードロック室(14)が2系統設けられ、またアウト側ロードロック室(13)には、処理後のウエハ(1)をライトエッチングやアッシング等のトリートメントを行なう多目的使用が可能な予備室(15)が接続されている。上記イン側ロードロック室(13)には、上記アライメント部(4)側の一侧面にウエハ(1)の搬入口を形成するごとく開閉機構(16a)が設けられ、この開閉機構(16a)の対向面に上記処理室(12)との遮断を可能とする開閉機構(16b)が設けられている。

そして、このイン側ロードロック室(13)には、アライメント部(4)から処理室(12)へウエハ(1)の受

け渡しを行なうハンドリングアーム(17a)が設けられている。また、上記アウト側ロードロック室(14)には、上記処理室(12)側の一侧面に、この処理室(12)との遮断を可能とする開閉機構(18a)が設けられ、この開閉機構(18a)と隣接する予備室(15)側の側面に予備室(15)との遮断を可能とする開閉機構(18b)が設けられている。そして、アウト側ロードロック室(14)には、反応処理室(12)から予備室(15)へウエハ(1)の受け渡しを行なうハンドリングアーム(17b)が設けられている。尚、上記ロードロック室(13)、(14)には、図示しない真空排気機構例えばロータリーポンプが接続され、さらに不活性ガス例えばN<sub>2</sub>ガスを導入可能な図示しないバージ機構が設けられている。そして、上記処理室(12)は、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜で表面アルマイト処理した内部が円筒状に形成されている。この処理室(12)の下方には、昇降機構(19)に連設した下部電極体(20)が昇降自在に設けられ、この昇降に対応して材質例えばSUS製のベローズ(21)により気密が保たれている。この下部電極体(20)は例えばアル

ミニウム製で表面にアルマイト処理を施してある平板状のものであり、半導体ウエハ(1)を保持する下部電極体(20)の上面はRに形成されており、これは、中心部から周縁部にかけて傾斜している。

また、下部電極体(20)と半導体ウエハ(1)載置面間には、半導体ウエハ(1)とこの半導体ウエハ(1)を保持する電極、即ち、下部電極体(20)間のインピーダンスを一様にする如く、図示しない合成高分子フィルム例えば厚さ20 $\mu$ m~100 $\mu$ m程度の耐熱性ポリイミド系樹脂が、下部電極体(20)の半導体ウエハ(1)載置面に耐熱性アクリル樹脂系粘着剤で接合することにより設けられている。そして、上記下部電極体(20)には鉛直方向に貫通した例えば4箇所の貫通口(図示せず)が形成され、この貫通口内には昇降自在なリフターピン(22)が設けられている。このリフターピン(22)は、例えばSUSで形成され、4本のリフターピン(22)が接続した板(23)を昇降機構(24)の駆動により同期して昇降自在となっている。この場合、上記板(23)は昇降機構(24)が駆動していないと、コイルスプリング



(25)により下方へ付勢されており、上記リフターピン(22)の先端は下部電極体(20)表面より下降している。また、上記貫通口には冷却ガス流導管が接続しており、この冷却ガス流導管は、上記半導体ウエハ(1)周縁部に位置する下部電極体(20)表面に設けられた複數個例えば16個の開口(図示せず)に連通している。この開口及び上記貫通口から半導体ウエハ(1)裏面に冷却ガス例えばヘリウムガスを供給自在な如く、処理室(12)下部に冷却ガス導入管が設けられ、図示しない冷却ガス供給源に連設している。

また、上記下部電極体(20)に電力を印加する場合、エッチング処理のユニフォミティーを向上させるため冷却機構例えば下部電極体(20)内に流路(26)が設けられ、この流路(26)に接続した配管(図示せず)に連設している液冷装置(図示せず)により冷却液例えば不凍液と水との混合水の循環による冷却手段が設けられている。そして、下部電極体(20)の側部から上記処理室(12)の内面までの隙間に直径例えば5mmで所定の角度例えば10°

半導体ウエハ(1)の口径に適應させている。このクランプリング(30)は例えばアルミニウム製で表面にアルマイト処理を施し、このアルマイト処理により表面に絶縁性のアルミナの被覆を設けたものである。そして、下部電極体(20)と対向した処理室(12)の上部には、上部電極体(32)が設けられている。この上部電極体(32)は導電性材質例えばアルミニウム製で表面にアルマイト処理を施したもので、この上部電極体(32)には冷却手段が備えられている。この冷却手段は、例えば上部電極体(32)内部に循環する流路(33)を形成し、この流路(33)に接続した配管(図示せず)を介して上記処理室(12)外部に設けられた冷却装置(図示せず)に連設し、液体例えば不凍液と水との混合水を所定温度に制御して循環する構造となっている。このような上部電極体(32)の下面には例えばアモルファスカーボン製上部電極(34)が、上記上部電極体(32)と電気的接続状態で設けられている。この上部電極(34)と上部電極体(32)との間には多少の空間(35)が形成され、この空間(35)にはガス供給管

間隔に均等配された36個の排気孔(27)を備えた排気リング(28)が処理室(12)側壁に固定されており、この排気リング(28)下方の処理室(12)側に接続した排気管(29)を介して排気装置例えばターボ分子ポンプとロータリーポンプを連続的に接続したものとにより処理室(12)内部の排気ガスを排気自在としている。この様な下部電極体(20)に半導体ウエハ(1)を載置固定する為に、下部電極体(20)が上昇した時、ウエハ(1)を押える様に、クランプリング(30)が設けられている。そして、このクランプリング(30)にウエハ(1)が当接し、さらに電極体(20)を上昇させた時、クランプリング(30)は所定の押圧力を保持しながら所定の高さ例えば5mm上昇するごとく構成されている。即ち、このクランプリング(30)は、処理室(12)の上部にシールを保ちながら貫通した複數のシャフト例えば材質高純度のAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を例えば4本のエアーシリンダー(31)を介して遊設保持されている。上記クランプリング(30)は、上記半導体ウエハ(1)の周縁部を下部電極体(20)のRに形成した表面に当接させる如く半

(36)が接続しており、このガス供給管(36)は上記処理室(12)外部のガス供給源(図示せず)から図示しない流量調節器例えばマス・フローコントローラを介して反応ガス例えばCHF<sub>3</sub>やCF<sub>4</sub>等及びキャリアガス例えばArやHe等を上記空間(35)に供給自在とされている。又、この空間(35)には、ガスを均等に拡散する為に複數の開孔を有するバッフル(37)が複數枚設けられている。

そして、このバッフル(37)で拡散された反応ガス等を上記上部電極(34)を介して処理室(12)内部へ流出する如く、上部電極(34)には複數の孔(38)が形成されている。この上部電極(34)及び上部電極体(32)の周囲には絶縁リング(39)が設けられており、この絶縁リング(39)の下面から上記上部電極(34)下面周縁部に伸びたシールドリング(40)が配設されている。このシールドリング(40)は、エッチング処理される被処理基板例えば半導体ウエハ(1)とほぼ同じ口径にプラズマを制御可能な如く、絶縁体例えば四弗化エチレン樹脂で形成されている。又、上記上部電極体(32)と下部電極体(20)に

高周波電力を印加する如く高周波電源(41)が設けられている。そして、上記予備室(15)には、多関節ロボット側の開閉機構(15a)が設けられ、この開閉で大気との圧力差によりウエハ(1)の舞い上り等を防止する為に図示しない排気機構及び不活性ガス等を導入するバージ機構が設けられ、またウエハ(1)を受け渡す為の図示しない載置台が昇降可能に設けられている。そして、上記構成された各機構の動作設定及びウエハ処理状態を監視するごとく操作部(4)が設けられている。この操作部(4)は、各種情報を演算処理する制御部(42)及びモニター等を行なう操作表示部(43)とから構成され、ソフトウェア例えばC言語により構成されている。

上記制御部(42)は上記操作表示部(43)、収納部(2)、搬送部(3)、アライメント部(4)、処理部(5)の夫々の操作や動作及び一連の操作や動作を単独に又は、各々状態監視位置に設けられた各種センサー(図示せず)からの情報を取り入れ制御可能となっている。このような制御部(42)は制御部(42)内

内の下部電極体(20)温度及び上部電極(34)温度を夫々独立に測定検知する白金測温抵抗体と、処理室(12)の側壁温度を測定検知する白金測温抵抗体と、処理室(12)内の被処理基板のウエハ(1)を下部電極体(20)へ密着固定させるクランプのクランプ圧力を測定検知するバラトロンゲージと、そしてこのクランプされたウエハ(1)の裏面を冷却する為に流す冷却ガス例えばHeガスの流量を制御検知するマスフローコントローラ及び処理室(12)内の特定反射光からエッチングの終了を求めるモノクロメーター等がある。

次に上述したエッチング装置の動作作用について説明する。

まず、オペレーター又はロボットハンド等によりロード用カセット載置台(6)にウエハ25枚程度を収納したウエハカセット(7)を載置し、アンロード用のカセット載置台(6)に空のウエハカセット(7)を載置する。そして、昇降機構によりウエハ(1)を上下動して所定の位置に設置する。これと同時に、多関節ロボット側をロード用ウエハカセット(7)側

での演算、比較、その他もろもろの処理を行なうコントローラ(44)と、センサや操作表示部(43)からの情報及びコントローラ(44)で処理した情報を記憶する記憶部(45)と、エッチング処理における時間の計測をするタイマ(46)とからなっている。

そして、操作表示部(43)は制御部(42)からの情報を表示する表示部(47)例えばCRTと、操作表示部(43)からの情報を制御部(42)へ入力する、複数の入力手段例えばキーボードやICカード等から成る入力部(48)とから構成されている。

上記各状態監視位置に設けられた各種センサには次の様なものがある。

例えば処理室(12)内の真空圧力を測定検知するバラトロンゲージと、処理室(12)内の各電極(20)、(34)に印加する高周波電力の消費パワーや反射エネルギーを検知する高周波ジェネレーターと、処理室(12)内の上部電極(34)及び下部電極体(20)間の間隔を測定検知するロータリーエンコーダーと、処理室(12)内へ流す複数のガスのガス流量を制御検知するマスフローコントローラと、処理室(12)

に移動設定する。そして、多関節ロボット側のアーム(10)を所望のウエハ(1)の下面に挿入する。そして、カセット載置台(6)を所定量を下降し、アーム(10)でウエハ(1)を真空吸着する。次にアーム(10)を挿出し、アライメント部(4)のパキュームチャック(11)上に搬送し、載置する。ここで、上記ウエハ(1)の中心合せとオリフラの位置合せをする。この時すでに、イン側のロードロック室(13)には不活性ガス例えば $N_2$ ガスを導入し加圧状態としておく。そして、 $N_2$ ガスを導入しながらイン側ロードロック(13)の開閉機構(16a)を開口し、ハンドリングアーム(17a)により位置合せされたウエハ(1)を上記イン側ロードロック室(13)に搬送し、その後開閉機構(16a)を閉鎖する。そして、このイン側ロードロック室(13)内を所定の圧力例えば0.1~2 Torrに減圧する。この時すでに処理室(12)も所定の圧力例えば $1 \times 10^{-4}$  Torrに減圧されている。この状態でイン側ロードロック室(13)の開閉機構(16b)を開口し、ハンドリングアーム(17a)でウエハ(1)を処理室(12)へ搬入する。この搬入動

作により、下部電極体(20)の貫通口から昇降機構(24)の駆動によりリフタービン(22)を例えば12 mm/sのスピードで上昇させる。この上昇により各リフタービン(22)の上端部でウエハ(1)を設置し停止状態とする。この後上記ハンドリングアーム(17a)をイン側ロードロック室(13)に収納し、開閉機構(16b)を閉鎖する。そして、処理室(12)内の下部電極体(20)を所定量例えば下部電極体(20)でウエハ(1)を設置するごとく昇降機構(19)の駆動により上昇する。さらに、連続動作で下部電極体(20)を低速度で上昇し、クランプリング(30)に当接させ、所定の押圧力を保持しながら、所定量例えば5 mm上昇する。これにより下部電極体(20)と上部電極(34)とのギャップが所定の間隔例えば6 ~ 20 mmに設置される。上記動作中排気制御しておき、所望のガス流及び排気圧に設定されているかを確認する。その後、処理室(12)内を2 ~ 3 Torrに保つごとく排気制御しながら反応ガス例えばCHF<sub>3</sub>ガス100SCCMやCF<sub>4</sub>ガス100SCCM及びキャリアガス例えばHeガス1000SCCMやArガス1000SCCM等

をガス供給源よりガス供給管(36)を介して上部電極体(32)の空間(35)に設けられたパッフル(37)により均等整流させ、上部電極(34)に設けられた複数の孔(38)から半導体ウエハ(1)へ流出する。同時に、高周波電源(41)により上部電極(34)と下部電極体(20)との間に周波数例えば13.56MHzの高周波電力を印加して上記反応ガスをプラズマ化し、このプラズマ化した反応ガスにより上記半導体ウエハ(1)の例えば異方性エッチングを行なう。この時、高周波電力の印加により上部電極(34)及び下部電極体(20)が高温となる。上部電極(34)が高温となると当然熱膨張が発生する。この場合、この上部電極(34)の材質はアモルファスカーボン膜でありこれと当接している上部電極体(32)はアルミニウム膜であるため、熱膨張係数が異なりひび割れが発生する。このひび割れの発生を防止するために上部電極体(32)内部に形成された流路(33)に配管を介して連設している冷却手段(図示せず)から不凍液と水との混合水を流し、間接的に上部電極(34)を冷却している。また、下部電極体(20)が高

温となっていくと、半導体ウエハ(1)の温度も高温となるため、この半導体ウエハ(1)表面に形成されているレジストパターンを破壊し、不良を発生させてしまう恐れがある。そのため下部電極体(20)も上部電極(34)と同様に、下部に形成された流路(26)に配管を介して連設している別系統の冷却装置(図示せず)から不凍液と水との混合水等を流すことにより冷却している。この冷却水は、上記半導体ウエハ(1)を一定温度で処理するために例えば0 ~ 60℃程度に制御している。また、半導体ウエハ(1)もプラズマの熱エネルギーにより加熱されるため、下部電極体(20)に形成されている複数の例えば周辺16箇所の開口及び中心付近4箇所の貫通口から、冷却ガス流路管、冷却ガス導入管を介して冷却ガス供給源(図示せず)から冷却ガス例えばヘリウムガスを半導体ウエハ(1)裏面へ供給して冷却している。この時、上記開口及び貫通口は半導体ウエハ(1)の設定により封止されている。しかし、実際には半導体ウエハ(1)と下部電極体(20)表面との間には表面粗さ等の理由により微小な隙間

があり、この隙間に上記ヘリウムガスを供給して上記半導体ウエハ(1)を冷却している。この様な状態を維持しながら所定時間例えば2分間エッチング処理を行なう。そして、この処理の終了に伴い処理室(12)内の反応ガス等を排気しながら、下部電極体(20)を下降し、リフタービン(22)上にウエハ(1)を設置する。そしてアウト側のロードロック(14)と処理室(12)の圧力を同程度にし、開閉機構(18b)を開口する。次にアウト側ロードロック室(14)に設けられたハンドリングアーム(17b)を処理室(12)内に挿入し、上記リフタービン(22)を下降し、ウエハ(1)をハンドリングアーム(17b)で吸着設置する。そして、ハンドリングアーム(17b)をアウト側ロードロック室(14)に収納し、開閉機構(18a)を閉鎖する。この時すでに予備室(15)はアウト側ロードロック室(14)と同程度に減圧されている。そして、開閉機構(18b)を開口し、ハンドリングアーム(17b)によりウエハ(1)を予備室(15)内の図示しない載置台へ収納する。そして、開閉機構(18b)を閉鎖し、載置台を下降し予備室

(15)の開閉機構(15a)を開口する。

次にあらかじめ所定の位置に多関節ロボット(9)を移動しておき、この多関節ロボット(9)のアーム(10)を予備室(15)へ挿入し、アーム(10)上にウエハ(1)を吸着設置する。そして、アーム(10)を搬出し、予備室(15)の開閉機構(15a)を閉鎖すると同時に、多関節ロボット(9)を所定の位置に移動しながら180°回転し、空のカセット(7)の所定の位置にウエハ(1)、をアーム(10)により、搬送収納する。上記の様な一連の動作をカセット(7)に収納されているウエハ(1)全てについて行なう。

次に上述した動作を例えば操作部(4)の情報処理を中心に第3図及び第4図を用いて説明する。

被処理基板上例えばウエハ(1)を収納部(2)へウエハカセット単位で設置(50)、操作表示部(43)の入力部(48)よりプロセス条件設定(51)にて、例えば処理部(6)の上下の電極(20)(32)温度や、処理室(12)側壁の温度や、エッチングプロセス終了を定める例えば終点検出の方法等を設定し、記憶部(45)へ記憶する。次に、プロセス手順設定(52)に

周波電力を印加し、エッチングプロセスが開始される。そしてプロセス条件設定(51)で指定した例えば平均値終点検出方法で、処理部のセンサー例えばモノクロメーターの情報を使い、終点検出がなされるまでエッチングプロセスを行う(58)。そして終点検出(59)がなされると、ウエハ(1)を冷却する為の冷却ガスが止まる。これと同時に、プロセス手順設定(52)で設定した手順に従い、例えば処理ガスの流入を止め、高周波電力の印加を止める(60)。

次に、処理部(6)よりエッチングプロセス終了にともないウエハ(1)を多関節ロボット(9)から成る搬送部(3)により、収納部(2)の収納用カセット(7)へ搬送収納する。そしてフロー(63)の様にロード用ウエハカセット(7)に収納されているウエハ(1)の全てが終るまでスタートスイッチ以降の動作が繰り返して行なわれる。

ここで、上記処理状態を検知する各種センサの出力は所望するタイミングで表示することが可能である。即ち第5図に示す様に、操作部表示部(43)

で、例えば処理部(6)の処理室(12)内の圧力や高周波電力、反応ガスとキャリアガス等の処理ガス等を、どういう順序及び組合せで、どのくらいの時間行なうかの手続を入力部(48)より記憶部(45)へ記憶する。次に操作表示部(43)の図示しないスタートスイッチを押すと、収納部(2)に設置されたウエハカセット(7)よりウエハ(1)を例えば図示しない多関節ロボット(9)等から成る搬送部(3)により搬送し(54)、処理部(6)の処理室(12)内に設置し、セッティングする(55)。次に、プロセス条件設定(51)で設定し、記憶部(45)へ記憶したプロセス条件と、処理部(6)の処理状態を検知しているセンサからの実際の情報とを比較し(56)、条件が満足されていなければ、センサからの実際の情報が満足されるまで、コントローラ(44)により設定したプロセス条件になるように処理部(6)を制御する。そして、条件が満足されると、ウエハ(1)を冷却する為の冷却ガスが流れ、プロセス手順設定(52)にて設定し記憶部(45)へ記憶した内容に従ってプロセス手順例えばフロー(57)に示す様な処理ガスを流し、高

のキーボードより、表示するか否かを選択する(64)。次に表示したいとした場合、操作表示部(43)のキーボードから表示したい処理状態を選択する(65)。そして選択された処理状態を制御部(42)へ取り込む(66)。ここで取り込んだ情報を演算し、図象化処理する(67)。そして図象化処理した結果を表示部(47)へ表示する(68)。

この表示は第6図に示す様に例えば縦軸を電圧、横軸を時間とした折線グラフによる電圧換算表示である。この様な表示状態は入力部(48)のキーボードから指示をしないかぎり表示し続ける。表示データの分解能は例えば200msの周期である。ここで、表示終了の指示を入力部(48)のキーボードより行なうと、リセットされ、もとの状態に戻る。また上記選択(64)で“否”を選択した場合再びもとの状態に戻るごとく閉ループを構成している。

上記の様に装置の処理状態をリアルタイムで表示部(47)へ所望するセンサデータをグラフ表示する。

上述したように、この実施例によれば、所定の

間隔を開けて対向配置した電極の一方に被処理基板を設け、上記電極間に電力を印加して処理ガスをプラズマ化し、このプラズマ化した処理ガスにより、被処理基板をエッチングする工程を、コンピュータ制御するエッチング装置において、処理状態を検知したセンサ出力をコンピュータへ入力する手段と、この手段により得られたセンサ出力を図象化し、表面に表示する手段とを具備したことにより、最適エッチングレートを得るためプロセス条件出しや、プロセスの再現性を分析・判断する為の多種類、大量の情報をグラフ化して表示でき、大量の文字のみで表示される場合に起り易い、文字の見誤りを防止し、不具合情報を容易に発見することに伴い、上記多様、大量の情報を短時間に分析・判断でき、プロセスの条件出しや、再現性確認等を容易にし工程設定、変更を適確にでき工程でのロス時間を大幅に短縮することができる。またグラフ等の図象化表示により専門知識を有した技術者でなくても容易に比較検討でき、ロット管理、プロセス再現性の判断が可能となり

専門技術者以外でも容易に管理できるという効果がある。

この発明は上記実施例に限定されるものではなく、例えば所望する薄膜を被処理基板上に堆積させるCVDやスパッタ装置や、レジストを灰化するアッシング装置等の半導体製造装置に適用しても良い。

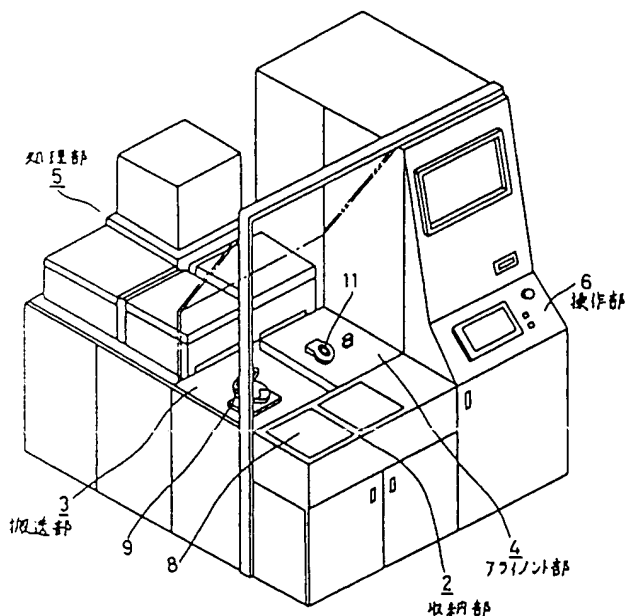
さらに、液晶TVなどの画像表示装置などに用いられるLCD基板を製造する装置に適用しても良いことは言うまでもない。

#### 4. 図面の簡単な説明

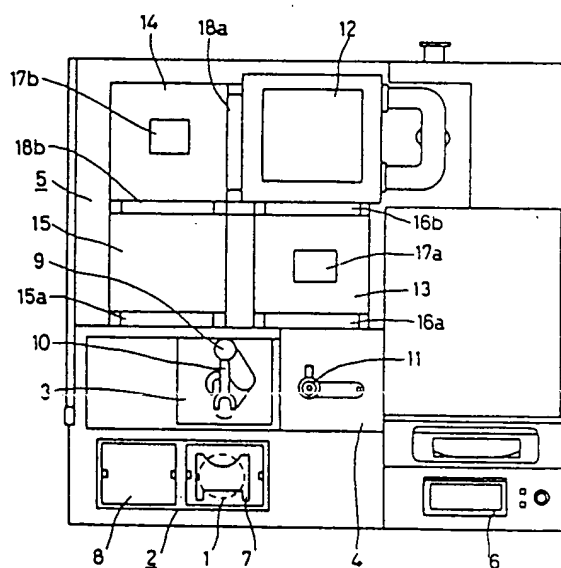
第1図は本発明半導体装置の一実施例を説明するためのエッチング装置の構成図、第2図は第1図装置の処理部の構成説明図、第3図は操作部の構成を説明するブロック図、第4図、第5図は第3図を説明するためのフローチャート、第6図は第5図の表示部に示される表示の一実施例である。

- |          |           |
|----------|-----------|
| 5…処理部    | 42…制御部    |
| 43…操作表示部 | 44…コントローラ |
| 45…記憶部   | 46…タイマー   |

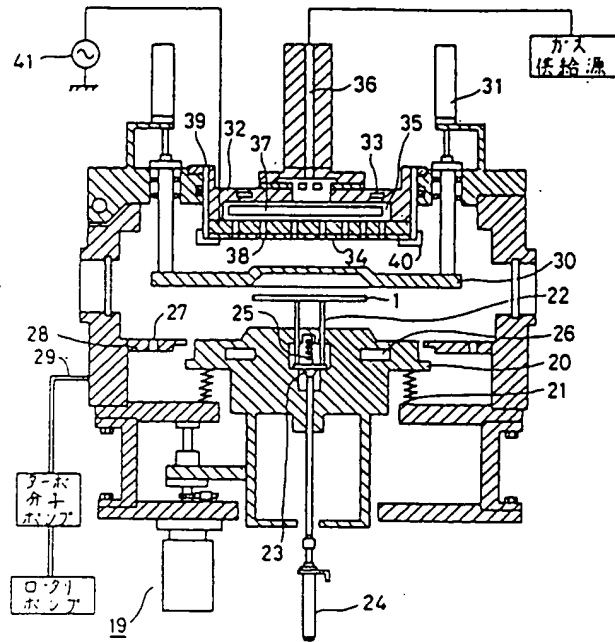
第 1 図(A)



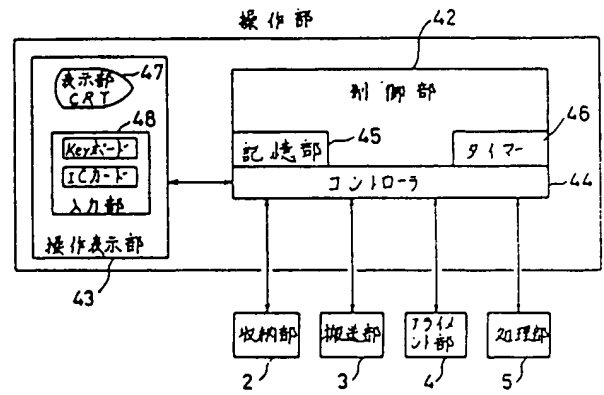
第 1 図(B)



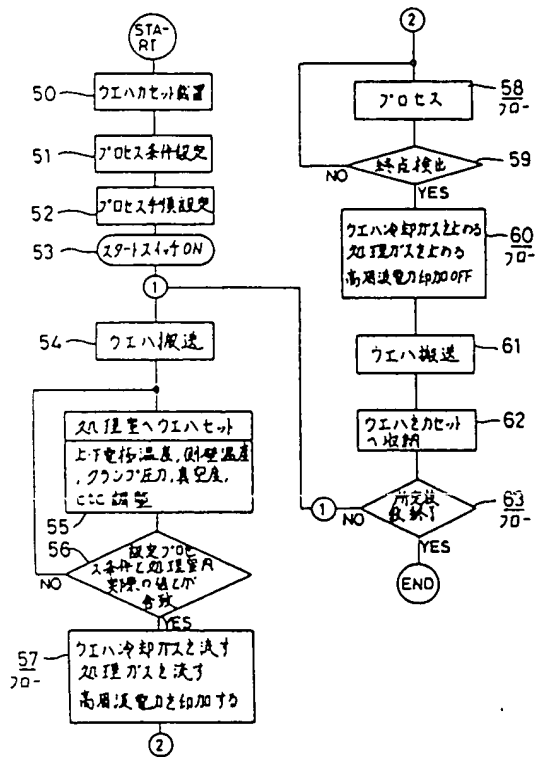
第 2 図



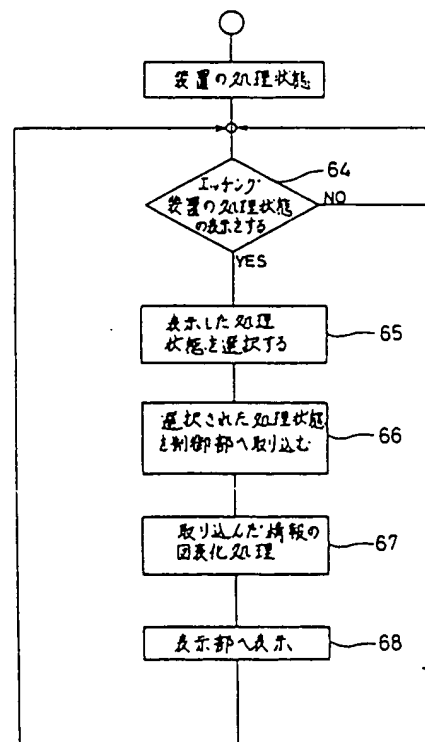
第 3 図



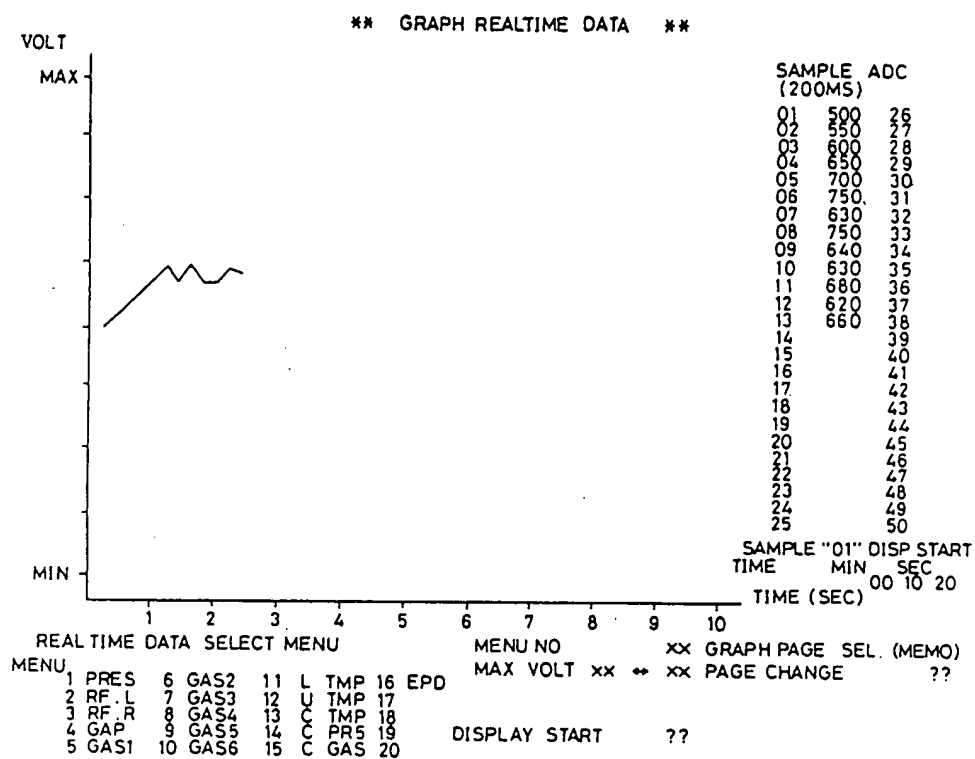
第 4 図



第 5 図



第 6 図



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.